

PAT-NO: JP02005276425A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005276425 A

TITLE: MANUFACTURING METHOD OF THIN FILM MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: October 6, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SASAKI, YOSHITAKA	N/A
KAMIKAMA, TAKEHIRO	N/A
ARAKI, HIRONORI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HEADWAY TECHNOLOGIES INC	N/A
SAE MAGNETICS (HK) LTD	N/A

APPL-NO: JP2005080441

APPL-DATE: March 18, 2005

PRIORITY-DATA: 2004807280 ( March 24, 2004)

INT-CL (IPC): G11B005/31

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a manufacturing method of a thin film magnetic head capable of easily making write track width narrower.

**SOLUTION:** This manufacturing method of a thin film magnetic head comprises the steps for forming a first magnetic layer; eliminating both sides of the first magnetic layer in the direction of track width so as to leave behind a prescribed residual region of the first magnetic layer; forming an insulating layer around the residual region of the first magnetic layer; forming a gap layer made of nonmagnetic material; forming a second magnetic pole layer magnetically connected to a first magnetic pole; and patterning the second magnetic layer by etching using a mask. Consequently, the insulating layer is mainly exposed from a region even though the region comparatively far from the second magnetic layer in the gap layer is eliminated.

COPYRIGHT: (C)2006,JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-276425

(P2005-276425A)

(43) 公開日 平成17年10月6日(2005.10.6)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G11B 5/31

F1

G11B 5/31

G11B 5/31

G11B 5/31

D

C

K

ターマコード (参考)

5D033

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-80441 (P2005-80441)  
 (22) 出願日 平成17年3月18日 (2005.3.18)  
 (31) 優先権主張番号 10/807280  
 (32) 優先日 平成16年3月24日 (2004.3.24)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500475649  
 ヘッドウェイテクノロジーズ インコーポ  
 レイテッド  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95  
 035 ミリピタス サウス ヒルビュー  
 ドライブ 678

(71) 出願人 504344990  
 エスエイイー マグネティックス (エイチ  
 ・ケイ.) リミテッド  
 中華人民共和国、香港、エヌ. ティ., ク  
 ワイチャン, クワイ ファン クレセント  
 , 38-42, エスエイイー タワー

(74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹

最終頁に続く

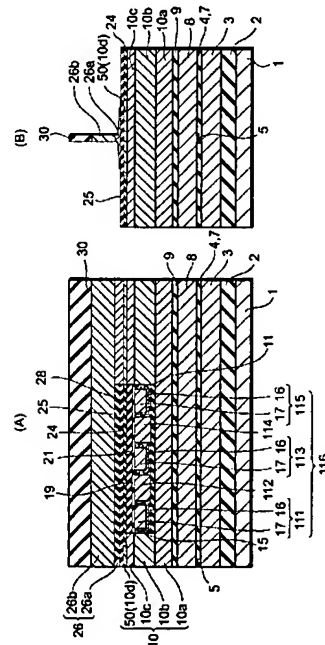
(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドの製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 書き込みトラック幅を容易に狭小にすることが  
 できる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法  
 は、第1磁極層を形成するステップと、第1磁極層の所  
 定の残余領域が残るように、この第1磁極層のトラッ  
 ク幅方向の両側を除去するステップと、第1磁極層の残余  
 領域の周囲に、絶縁層を形成するステップと、非磁性材  
 料のギャップ層を形成するステップと、第1の磁極と磁  
 氣的に連結された第2磁極層を形成するステップと、マ  
 スクを利用してエッチングにより第2磁極層をパター  
 ニングするステップとを含む。これにより、ギャップ層  
 における第2磁極層から比較的遠い領域が除去されたとし  
 ても、この領域からは、主として絶縁層が露出すること  
 になる。

【選択図】 図13



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第 1 磁極層を形成するステップと、

前記第 1 磁極層の所定の残余領域が残るように、この第 1 磁極層のトラック幅方向の両側を除去するステップと、

前記第 1 磁極層の前記残余領域の周囲に、絶縁層を形成するステップと、

前記第 1 磁極層の前記残余領域及び前記絶縁層の上に、非磁性材料で形成されたギャップ層を形成するステップと、

前記ギャップ層の上に、前記第 1 の磁極と磁氣的に連結された第 2 磁極層を形成するステップと、

マスクを利用して、エッチングにより前記第 2 磁極層をパターンニングするステップとを含む薄膜磁気ヘッドの製造方法。

10

## 【請求項 2】

前記絶縁層は、 $Al_2O_3$  によって形成されている請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【請求項 3】

前記第 1 磁極層の前記残余領域のトラック幅方向における幅は、約  $0.5 \mu m$  ～ 約  $2.0 \mu m$  である請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【請求項 4】

前記第 1 磁極層は、複数の磁性層を積層して構成されており、

前記複数の磁性層における少なくとも最上層に、前記残余領域を形成すると共に、

この残余領域のトラック幅方向における両側に、前記絶縁層を形成する請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、薄膜磁気ヘッドの製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、薄膜磁気ヘッドを製造するにあたり、イオンミリングによって上部磁極を狭小パターンにしていた。ところが、イオンミリングを利用した場合は、起立した上部磁極の下方の領域が磁極付近を頂とする隆起状になり、この形状に起因して、いわゆる ATE (Adjusting Track Erase) という意図せずデータを消去する事態が生じることがあった。

30

## 【0003】

そこで、イオンミリングに代えて、リアクティブイオンエッチング (RIE) によって上部磁極を狭小化する手法が提案されている。図 17 及び図 18 を参照して、この手法を説明する。図 17 は、薄膜磁気ヘッドの従来の製造過程の一工程を示す図であり、図 18 は、その後続の過程を示す図である。

## 【0004】

まず、図 17 に示すように、下部磁極層 101、非磁性材料からなるギャップ層 102、第 1 上部磁極層 103、第 2 上部磁極層 104、及び、アルミナ等からなる絶縁層 105 をこの順で形成する。次いで、絶縁層 105 の上に、めっき法等によって狭小なマスク 106 を形成する。

40

## 【0005】

次に、図 18 に示すように、RIE によって、マスク 106 の形状に倣って、絶縁層 105、第 2 上部磁極層 104、及び第 1 上部磁極層 103 をパターンニングする。同図は、エッチング途中の状態を示しており、第 1 上部磁極層 103 の側壁は垂直になっていない。そして、同図の状態から更にエッチングを進行させることにより、第 1 上部磁極層 103 の側壁を垂直にすることを狙ったものである。

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、上記従来の方法には、次のような問題があった。すなわち、図18において、第2上部磁極層104に近い領域は、この磁極層そのものが妨げとなるため、磁極層から遠い領域よりもエッチングされにくい傾向にある。このため、第2上部磁極層104から遠い領域では、ギャップ層102がエッチングにより除去されるため、下部磁極層101が露出し、この露出した領域（図18中、破線Rで示す付近）がエッチングされてしまう。この結果、エッチングされた下部磁極層101の磁性材料が、エッチング中の第1上部磁極層103の根元領域に付着してしまい、垂直エッチングの進行が遅くなるという問題が生じていた。

10

## 【0007】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

上記課題を解決するため、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法は、第1磁極層を形成するステップと、第1磁極層の所定の残余領域が残るように、この第1磁極層のトラック幅方向の両側を除去するステップと、第1磁極層の残余領域の周囲に、絶縁層を形成するステップと、第1磁極層の残余領域及び絶縁層の上に、非磁性材料で形成されたギャップ層を形成するステップと、ギャップ層の上に、第1の磁極と磁氣的に連結された第2磁極層を形成するステップと、マスクを利用して、エッチングにより第2磁極層をパターンニングするステップとを含むものである。

20

## 【0009】

この製造方法によれば、第2磁極層をエッチングする際に、ギャップ層における第2磁極層から比較的遠い領域が除去されたとしても、この領域からは、第1磁極層ではなく、主として絶縁層が露出することになる。このため、磁性材料がエッチング中の第2磁極層の根元付近に付着するという事態を防止することができる。これにより、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる。

## 【0010】

30

また、第1磁極層の上記残余領域の周囲に形成された絶縁層は、 $Al_2O_3$ によって形成することが好ましい。 $Al_2O_3$ は絶縁材料のなかでもエッチングされにくいいため、絶縁材料が第2磁極層の根元付近に付着する事態を効果的に抑制することができる。

## 【0011】

第1磁極層の上記残余領域のトラック幅方向における幅は、約 $0.5\mu m$ ～約 $2.0\mu m$ とすることが好適である。第1磁極層をこの程度の幅だけ残し、周囲に絶縁層を形成すれば、第2磁極層のエッチング時に第1磁極層が除去されて第2磁極層の根元付近に付着する事態を防止することができる。更に好ましくは、上記残余領域の幅は、約 $0.5\mu m$ ～約 $1.0\mu m$ とする。

## 【0012】

40

更に、本発明において、第1磁極層は、複数の磁性層を積層して構成されており、複数の磁性層における少なくとも最上層に、残余領域を形成すると共に、この残余領域のトラック幅方向における両側に、絶縁層を形成するようにしてもよい。このように第1磁極層が複数の磁性層で構成されている場合、最上層に上記残余領域を形成すれば、上記の効果を奏することができる。

## 【発明の効果】

## 【0013】

以上詳述したように、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0014】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法の好適な実施形態について詳細に説明する。尚、同一要素には同一符号を用いるものとし、重複する説明は省略する。各製造工程の図において、符号“A”を付したものは、エアベアリング面となる面に対して直交する方向の断面図であり、符号“B”を付したものは、エアベアリング面となる方向から見た断面図である。

## 【0015】

まず、図1(A)及び図1(B)に示すように、例えばアルティック( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ )よりなる基板1の上に、例えばアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )よりなる絶縁層2を約2~5 $\mu\text{m}$ の厚さで堆積する。次に、絶縁層2の上に、パーマロイ等の磁性材料からなる再生ヘッド用の下部シールド層3を約2 $\mu\text{m}$ ~約3 $\mu\text{m}$ の厚さで堆積する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、図示しないが、積層体の全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、例えば約3~4 $\mu\text{m}$ の厚さで形成し、その絶縁膜を下部シールド層3が露出するまで、例えば化学機械研磨(以下「CMP」という)により研磨して、表面の平坦化処理を行う。

## 【0016】

次に、下部シールド層3の上に、絶縁膜としての下部シールドギャップ膜4を、例えば約20nm~約40nmの厚さで形成する。そして、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5を数十nmの厚みで形成する。このMR素子5は、例えばスパッタによって形成したMR膜を選択的にエッチングすることによって形成する。また、MR素子5は、エアベアリング面が形成される位置の近傍に配置する。図中、積層体の左側の面が、エアベアリング面となる。MR素子5は、実際は積層構造であるが、図中では単層で示している。なお、MR素子5は、AMR素子、GMR素子、又はTMR素子等とすることができる。次に、図示しないが、下部シールドギャップ膜4の上に、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層を数十nmの厚さで形成する。さらに、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁膜としての上部シールドギャップ膜7を例えば約20~40nmの厚さで形成し、MR素子5を下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7の中に埋設する(なお、図示の都合上、下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7の境界の表示を省略している)。下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7に使用する絶縁材料としては、アルミナ、窒化アルミニウム、ダイヤモンドライクカーボン(DLC)等がある。また、下部シールドギャップ膜4と上部シールドギャップ膜7は、スパッタ法により形成してもよいし、化学的気相成長法(以下「CVD法」という)により形成してもよい。

## 【0017】

次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の上部シールド層8を約1.0~1.5 $\mu\text{m}$ の厚さで選択的に形成する。そして、ここまでの工程で得られた積層体の上面全体の上に、例えばアルミナよりなる絶縁層9を例えば0.3 $\mu\text{m}$ の厚さで形成する。下部シールド層3~上部シールド層8の各層によって、再生ヘッド部が構成される。次いで、絶縁層9の上に、下部磁極層10(第1磁極層)の一部となる第1下部磁極部10aを例えば0.6 $\mu\text{m}$ の厚さで形成する。

## 【0018】

この場合、第1下部磁極部10aは、高飽和磁束密度材料であるFeAlN、FeN、FeCo、CoFeN、FeZrN等を材料に使い、スパッタ法で形成する。なお、第1下部磁極部10aは、材料としてNiFe(Ni:80重量%、Fe:20重量%)や、高飽和磁束密度材料であるNiFe(Ni:45重量%、Fe:55重量%)等を材料に使い、めっき法によって形成してもよい。ここでは、一例として、飽和磁束密度が2.4TのCoFeNを用いて、スパッタ法で形成する場合を想定している。

## 【0019】

次に、第1下部磁極部10aの上に、例えばアルミナよりなる絶縁膜11を例えば0.2 $\mu\text{m}$ の厚さで形成する。続いて、その絶縁膜11を選択的にエッチングし、第2下部磁

極部 10b (図 2 (A) を参照) を形成すべき位置に開口部を設ける。

【0020】

そして、図示しないが、第 1 下部磁極部 10a および絶縁膜 11 を覆うように、例えばスパッタリング法により、導電性材料よりなる電極膜を約 50 nm ～ 約 80 nm の厚さで形成する。この電極膜は、後述のめっき工程での電極およびシード層として機能する。

【0021】

次に、図 2 (A) および図 2 (B) に示すように、電極膜を用いてフレーム電気めっきを行い、例えば Cu (銅) よりなるめっき層を形成する。このめっき層およびその下の図示しない電極膜が、第 1 導体部 112, 114 を構成する。第 1 導体部 112, 114 の厚さは、例えば 3.0  $\mu\text{m}$  ～ 4.0  $\mu\text{m}$  である。次に、フレームを除去した後、電極膜における第 1 導体部 112, 114 の下に存在する部分を残し、その他の部分を例えばイオンビームエッチングにより除去する。

10

【0022】

続いて、フレーム電気めっきを行い、第 1 下部磁極部 10a の上に、磁性材料からなる第 2 下部磁極部 10b を、例えば 3.0  $\mu\text{m}$  ～ 4.0  $\mu\text{m}$  の厚さで形成する。第 2 下部磁極部 10b の材料としては、例えば高飽和磁束密度材料が用いられる。例えば、飽和磁束密度が 2.1 T の CoNiFe や、飽和磁束密度が 2.3 T の FeCo<sub>x</sub> を用いることができる。

【0023】

次に、図 3 (A) および図 3 (B) に示すように、第 2 導体部 111, 113, 115 を設けるべき位置に、第 1 導体部 112, 114 の保護用フォトレジスト 13 を配置する。保護用フォトレジスト 13 は、エアベアリング面側の第 2 下部磁極部 10b と内導体部 112 との間、内導体部 112 と内導体部 114 の間、および、内導体部 114 と後側の第 2 下部磁極部 10b との間に少なくとも充填されるように形成する。さらに、形成された積層体の上面全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁層 14 を 4  $\mu\text{m}$  ～ 6  $\mu\text{m}$  の厚みで形成する。続いて、保護用フォトレジスト 13 が露出するまで、例えば CMP によって絶縁層 14 を研磨する。

20

【0024】

そして、図 4 (A) および図 4 (B) に示すように、フォトレジスト 13 を除去した後、例えば CVD 法によって、積層体の上面全体を覆うように、各内導体部を分離するための、例えばアルミナよりなる分離用絶縁膜 15 を形成する。これにより、エアベアリング面側の第 2 下部磁極部 10b と内導体部 112 との間、内導体部 112 と内導体部 114 の間、および、内導体部 114 と後側の第 2 下部磁極部 10b との間に、それぞれ分離用絶縁膜 15 で覆われた内溝部が複数形成される。分離用絶縁膜 15 の厚さは 0.2  $\mu\text{m}$  以下とするのが好ましく、特に 0.08 ～ 0.15  $\mu\text{m}$  の範囲内に設定するのが好ましい。

30

【0025】

次に、上述の分離用絶縁膜 15 で覆われた各内溝部に、第 2 導体部 111, 113, 115 を以下の手順で形成する。

【0026】

まず、積層体の上面全体を覆うようにして、Cu よりなる電極膜 16 を例えば厚さ 0.05  $\mu\text{m}$  ～ 0.7  $\mu\text{m}$  で形成する。電極膜 16 は、後のめっき工程でシード電極として利用されるものであり、スパッタリング又は CVD 法、或いは、その両方のプロセスを実施することによって形成することができる。次に、電極膜 16 上にめっき法により、例えば Cu よりなる導電層 17 を例えば 4  $\mu\text{m}$  ～ 5  $\mu\text{m}$  の厚さで形成する。

40

【0027】

次に、図 5 (A) および図 5 (B) に示すように、例えば CMP により、第 2 下部磁極部 10b および第 1 導体部 112, 114 が露出するまで導電層 17 を研磨する。これにより、各内溝部に残った導電層 17 および電極膜 16 によって、第 2 導体部 111, 113, 115 が形成される。このとき得られる第 2 導体部 111, 113, 115 と、前述の第 1 導体部 112, 114 とによって、磁気記録に利用する薄膜コイル 116 が構成さ

50

れる。薄膜コイル 116 は、渦巻状に形成されており、その渦中心は鉛直方向に沿っている。

#### 【0028】

図 6 (A) および図 6 (B) を参照して、後続の過程を説明する。まず、積層体の上面全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁膜 19 を例えば  $0.2 \mu\text{m}$  の厚さで形成する。次に、薄膜コイル 116 上の絶縁膜 19 が残るように、エッチングを行う。次いで、例えばフレームめっき法により、第 2 下部磁極部 10b の上に、例えば厚さ  $0.5 \mu\text{m}$  で第 3 下部磁極部 10c を形成する。第 3 下部磁極部 10c は、高飽和磁束密度材料、例えば、飽和磁束密度が  $2.1 \text{ T}$  の  $\text{CoNiFe}$  や、飽和磁束密度が  $2.3 \text{ T}$  の  $\text{FeCo}_x$  で形成することができる。その後、積層体の上面全体を覆うように、例えばアルミナよりなる絶縁膜 21 を積層する。

10

#### 【0029】

次に、図 7 (A) および図 7 (B) に示すように、CMP によって第 3 下部磁極部 10c の厚みが  $0.3 \sim 0.5 \mu\text{m}$  となるように平坦化した後、例えばスパッタリングによって、第 4 下部磁極部 10d を厚さ約  $0.3 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$  で形成する。第 4 下部磁極部 10d は、例えば飽和磁束密度が  $2.4 \text{ T}$  の  $\text{CoFeN}$  によって形成することができる。その後、第 4 下部磁極部 10d の上に、フォトレジストによって、マスク層 23 を形成する。図 7 (B) から分かるように、マスク層 23 は、エアベアリング面周辺では、第 4 下部磁極部 10d のトラック幅方向の全体を覆ってはいない。マスク層 23 は、後工程でリフトオフを行い易くするために、底部を窪ませて略 T 字状にすることが好ましい。

20

#### 【0030】

次に、図 8 (A) および図 8 (B) に示すように、水平面から  $20^\circ \sim 40^\circ$  の入射角でイオンビームエッチングを行い、第 4 下部磁極部 10d のマスク層 23 で覆われていない領域を除去する。このエッチングにより、第 4 下部磁極部 10d は、所定の残余領域 50 が残るようにパターニングされる。この際、図 8 (B) から分かるように、残余領域 50 のトラック幅方向 (図中左右方向) の両側を除去することにより、この残余領域 50 が形成されている。また、残余領域 50 は、MR 素子 5 の上方に位置している。

#### 【0031】

その後、マスク層 23 を残した状態で、例えばアルミナからなる絶縁層 24 を厚さ約  $0.3 \mu\text{m} \sim 0.6 \mu\text{m}$  で積層する。これにより、第 4 下部磁極部 10d (下部磁極層) の残余領域 50 の周辺、少なくとも残余領域 50 におけるトラック幅方向の両側に、絶縁層 24 が形成されることになる。次いで、図示は省略するが、リフトオフによりマスク層 23 をその上の堆積材料と共に除去し、更に、積層体の表面を微少量だけ CMP により研磨する。

30

#### 【0032】

次に、図 9 (A) および図 9 (B) に示すように、残余領域 50 及び絶縁層 24 の上に、非磁性材料で形成された記録ギャップ層 25 を、例えば厚さ  $0.07 \mu\text{m} \sim 0.1 \mu\text{m}$  で形成する。記録ギャップ層 25 は、例えば  $\text{Ru}$ ,  $\text{NiCu}$ ,  $\text{Ta}$ ,  $\text{W}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Si}_2\text{O}_3$  等で形成することができる。その後、記録ギャップ層 25 に、下部磁極層と上部磁極層とを接続するための開口を形成する。この開口は、渦巻状の薄膜コイル 116 の中心上方に位置する。

40

#### 【0033】

次いで、積層体の上部全面に、例えばスパッタリングによって、第 1 上部磁極部 26a を厚さ約  $0.1 \mu\text{m} \sim 0.5 \mu\text{m}$  で形成する。第 1 上部磁極部 26a は、例えば飽和磁束密度が  $2.4 \text{ T}$  の  $\text{CoFeN}$  によって形成することができる。その後、第 1 上部磁極部 26a の上に、フォトレジストによって、所定パターンのマスク層 27 を形成する。

#### 【0034】

次に、図 10 (A) および図 10 (B) に示すように、イオンビームエッチングにより、第 1 上部磁極部 26a におけるマスク層 27 で覆われていない領域を除去する。その後、マスク層 27 を残した状態で、例えばアルミナからなる絶縁層 28 を厚さ約  $0.3 \mu\text{m}$

50

～約 $0.6\mu\text{m}$ で積層する。更に、図示は省略するが、リフトオフによりマスク層27をその上の堆積材料と共に除去した上で、積層体の表面を微少量だけCMPにより研磨する。

#### 【0035】

次に、図11(A)および図11(B)に示すように、積層体の上部全面に、例えばスパッタリングによって、第2上部磁極部26bを例えば厚さ $0.8\mu\text{m}$ ～ $1.5\mu\text{m}$ で形成する。第2上部磁極部26bは、例えば飽和磁束密度が $2.4\text{T}$ の $\text{CoFeN}$ によって形成できる。第1上部磁極部26a及び第2上部磁極部26bは、記録ギャップ層25に形成された上記開口を通じて、第1下部磁極部10a～第4下部磁極部10dに磁氣的に連結される。尚、第1下部磁極部10a～第4下部磁極部10dによって下部磁極層10(第1磁極層)が構成され、第1上部磁極部26a及び第2上部磁極部26bによって上部磁極層26(第2磁極層)が構成される(図16(A)参照)。

10

#### 【0036】

次いで、第2上部磁極部26bの上に、例えばスパッタリングによって、アルミナ等からなる絶縁層30を例えば厚さ $1.0\mu\text{m}$ ～ $2.0\mu\text{m}$ で形成する。更に、この絶縁層30の上に、所望パターンのめっき層31を例えば厚さ $0.3\mu\text{m}$ ～ $1.0\mu\text{m}$ で選択的に形成する。つまり、上部磁極層26の上に、マスクとしてのめっき層31を形成する。めっき層31は、例えば $\text{CoFe}$ 、 $\text{CoNiFe}$ 、 $\text{NiFe}$ 等で形成できる。

#### 【0037】

図12に、めっき層31を形成した状態の積層体の平面図を示す。図の左右方向がトラック幅方向である。また、一点鎖線1は、MRハイト調整により最終的にエアベアリング面となる箇所を示す。この図から分かるように、めっき層31は、エアベアリング面となる領域の付近では、トラック幅方向の幅が第4下部磁極部10dよりも狭くなっている。

20

#### 【0038】

次に、図13(A)および図13(B)に示すように、めっき層31をマスクとして、 $50^\circ\text{C}$ ～ $300^\circ\text{C}$ の温度下でリアクティブイオンエッチングを行い、絶縁層30、第2上部磁極部26b、及び第1上部磁極部26aをパターンニングする。この際のエッチングガスとしては、 $\text{Cl}_2$ と $\text{BCl}_3$ の混合ガスを用い、これらの比率を $2:1$ ～ $5:1$ とした。また、 $\text{Cl}_2$ のみ又は $\text{BCl}_3$ のみを用いるようにしてもよい。更に、 $\text{O}_2$ ガス、 $\text{N}_2$ ガス、又は $\text{CO}_2$ ガスを導入すれば、第2上部磁極部26bの選択エッチング性が向上する。また、エッチング時のRFバイアスは、例えば $30\text{W}$ ～ $300\text{W}$ とする。また、図13(B)から分かるように、起立した第2上部磁極部26b及び第1上部磁極部26aの根元付近は、これらの存在が障害となってエッチングされにくく、エッチング残りが発生する。

30

#### 【0039】

図14(A)および図14(B)を参照して、後続の過程を説明する。更にエッチングを続けて、第1上部磁極部26aの側壁を略垂直にする。この際、記録ギャップ層25における第2上部磁極部26bから比較的遠い領域もエッチングされてしまう。ところが、このエッチングされた領域からは、第4下部磁極部10dではなく、主として絶縁層24が露出することになる。絶縁層24は、上記のように、第4下部磁極部10dの残余領域50の周囲に埋設されたものである。このため、磁性材料がエッチング中の第1上部磁極部26aの根元付近に付着してエッチングの進行を妨げるという事態を防止することができる。これにより、書き込みトラック幅を容易に狭小にすることができる。

40

#### 【0040】

また、残余領域50のトラック幅方向における幅は、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $2.0\mu\text{m}$ とすることが好適である。磁性材料の領域をこの程度にし、その周囲に絶縁層24を形成することにより、第1上部磁極部26aのエッチング時に、第1上部磁極部26aの根元付近に磁性材料が付着する事態を効果的に防止することができる。更に好ましくは、残余領域50の幅は、約 $0.5\mu\text{m}$ ～約 $1.0\mu\text{m}$ とする。

#### 【0041】

50



また、残余領域50の周囲に形成された絶縁層24を $Al_2O_3$ によって形成した場合は、次のような効果が得られる。すなわち、 $Al_2O_3$ は絶縁材料のなかでもエッチングされにくいいため、絶縁材料が第1上部磁極部26aの根元付近に付着する事態を効果的に抑制することができる。

【0042】

次に、図15(A)および図15(B)に示すように、 $Cl_2$ と $BCl_3$ の混合ガスを用いたRIEにより、記録ギャップ層25を第1上部磁極部26aの形状に倣うようにパターンニングする。この際、約100℃～約250℃の温度下、又は、室温でエッチングすることが好ましい。

【0043】

次に、図16(A)および図16(B)に示すように、水平面から40°～65°の入射角でイオンビームエッチングを行い、第4下部磁極部10dをトリミングして第1上部磁極部26aの幅に対応させる。その後、積層体の上面全体に、例えばアルミナよりなるオーバコート層31を例えば20～40μmの厚さで形成する。続いて、オーバコート層31上に、図示しない複数の電極パッドを形成し、本実施形態の薄膜磁気ヘッド40が得られる。各電極パッドは、MR素子5及び薄膜コイル116に電気的に接続される。

【0044】

この段階では、一枚の基板1上に複数の薄膜磁気ヘッド40が形成された状態となっているため、まず、基板1を切断して薄膜磁気ヘッド40が列状に配置された複数本のバーを得る。更に、そのバーを切断して、それぞれが薄膜磁気ヘッド40を有するブロック単位に切断する。そして、イオンミリング等によってスライダレールを形成し、ヘッドスライダを得る。更に、このヘッドスライダをジンバルに搭載した後、サスペンションアームに接続してヘッドジンバルアセンブリが完成する。ヘッドジンバルアセンブリを作製した後、ヘッドスライダがハードディスク上を移動可能で、且つ、磁気信号の記録及び再生が可能となるように組み立てることで、ハードディスク装置が得られる。

【0045】

以上、本発明者によってなされた発明を実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上部磁極層(第2磁極層)を第1上部磁極部26aと第2上部磁極部26bに分けず、一度に形成してもよい。

【0046】

また、下部磁極層は、4層構造には限られず、種々変更することができる。積層構造を採る場合は、その最上層に、上記残余領域を形成しこの周囲(少なくともトラック幅方向の両側)に絶縁層を設ければよい。

【0047】

更に、薄膜磁気ヘッドの記録方式は、面内記録方式又は垂直記録方式のいずれであってもよい。また、薄膜コイルは、第1導体部112、114の側方の内溝部に第2導体部111、113、115を埋める構成(いわゆるインサクション形式)ではなく、内溝部に絶縁層を埋めた構成としてもよい。更に、薄膜コイルは、上部磁極層におけるエアベアリング面から垂直に延びる領域の周囲に螺旋状に配してもよい(いわゆるヘリカル形式)。

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】(A)および(B)は、薄膜磁気ヘッドを製造する過程の一工程を示す断面図である。

【図2】(A)および(B)は、それぞれ図1(A)および図1(B)の後続の工程を示す断面図である。

【図3】(A)および(B)は、それぞれ図2(A)および図2(B)の後続の工程を示す断面図である。

【図4】(A)および(B)は、それぞれ図3(A)および図3(B)の後続の工程を示す断面図である。

【図5】(A)および(B)は、それぞれ図4(A)および図4(B)の後続の工程を示す断面図である。

す断面図である。

【図 6】(A) および (B) は、それぞれ図 5 (A) および図 5 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 7】(A) および (B) は、それぞれ図 6 (A) および図 6 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 8】(A) および (B) は、それぞれ図 7 (A) および図 7 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 9】(A) および (B) は、それぞれ図 8 (A) および図 8 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 10】(A) および (B) は、それぞれ図 9 (A) および図 9 (B) の後続の工程を示す断面図である。 10

【図 11】(A) および (B) は、それぞれ図 10 (A) および図 10 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 12】図 11 (A) に示す積層体の平面図である。

【図 13】(A) および (B) は、それぞれ図 11 (A) および図 11 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 14】(A) および (B) は、それぞれ図 13 (A) および図 13 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 15】(A) および (B) は、それぞれ図 14 (A) および図 14 (B) の後続の工程を示す断面図である。 20

【図 16】(A) および (B) は、それぞれ図 15 (A) および図 15 (B) の後続の工程を示す断面図である。

【図 17】従来の製造方法の一工程を示す図である。

【図 18】図 17 の後続の工程を示す従来図である。

【符号の説明】

【0049】

1 … 基板、10 … 下部磁極層

10a ～ 10d … 第 1 ～ 第 4 下部磁極部

25 … 記録ギャップ層、40 … 薄膜磁気ヘッド

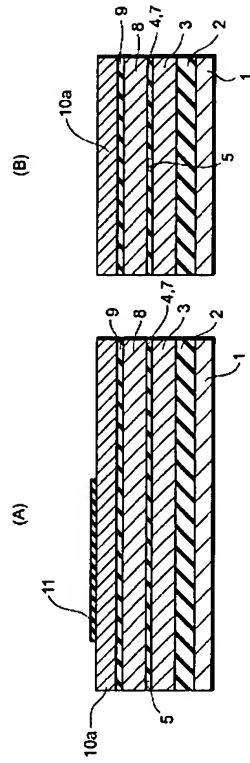
50 … 残余領域、116 … 薄膜コイル

111, 113, 115 … 第 2 導体部

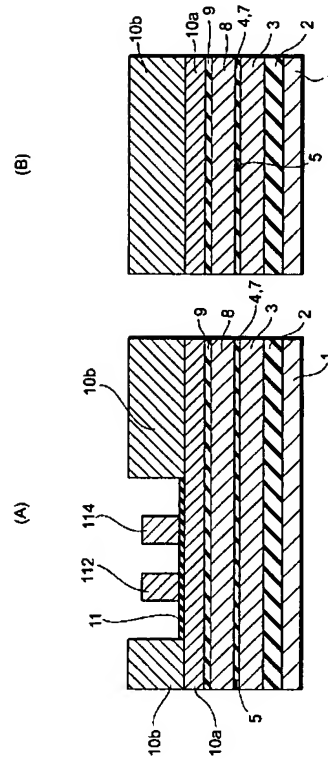
112, 114 … 第 1 導体部

30

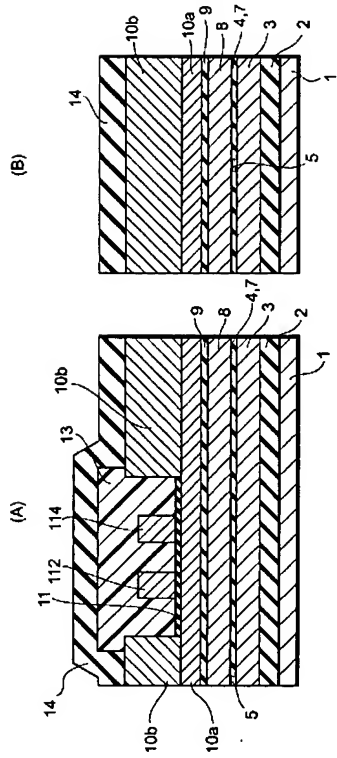
【図 1】



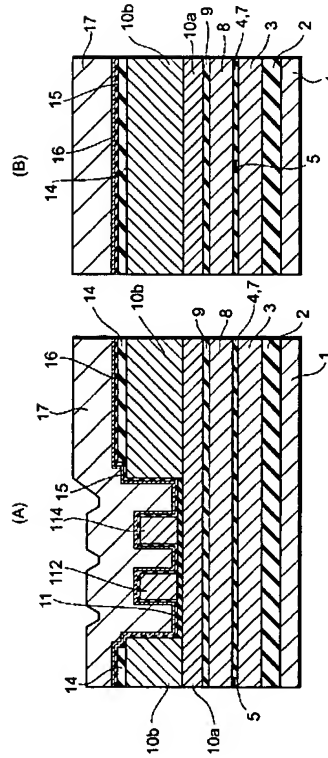
【図 2】



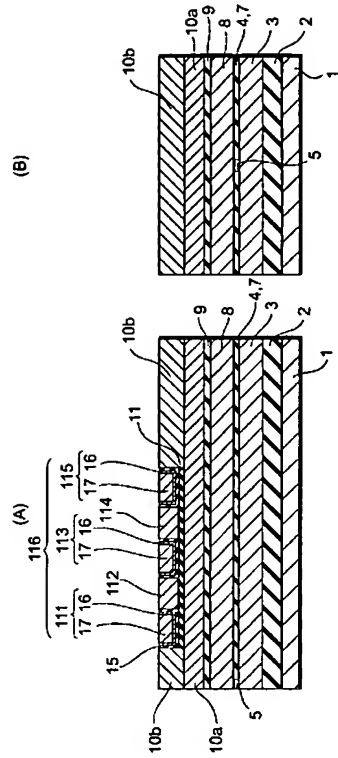
【図 3】



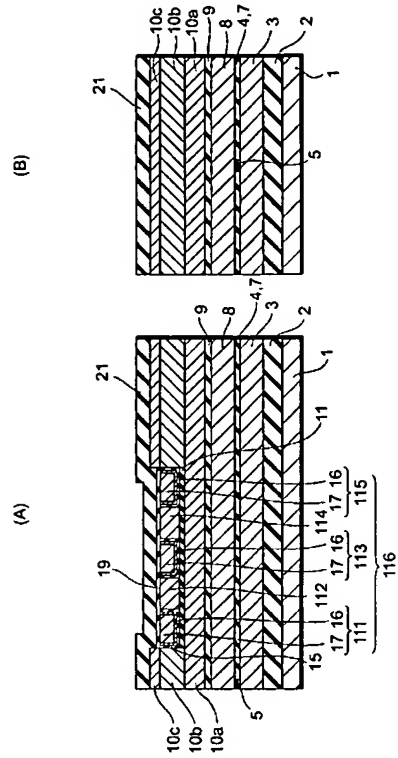
【図 4】



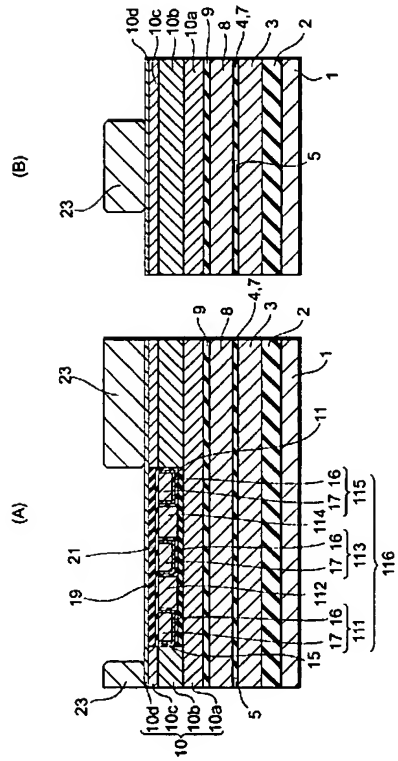
【図 5】



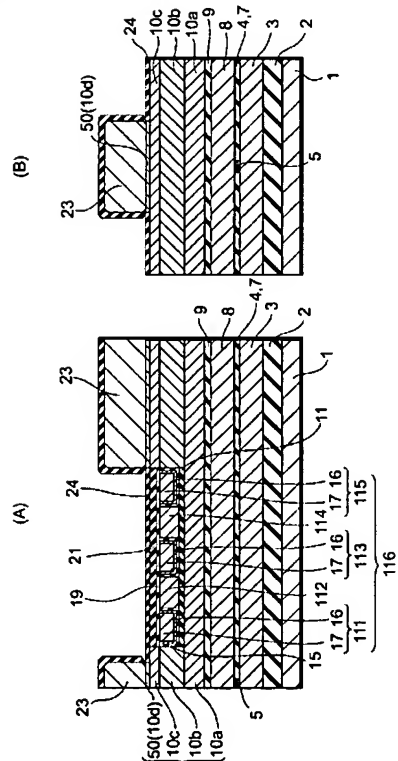
【図 6】



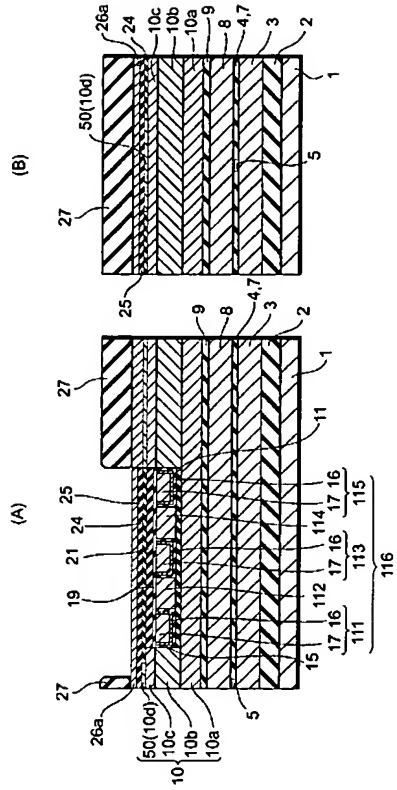
【図 7】



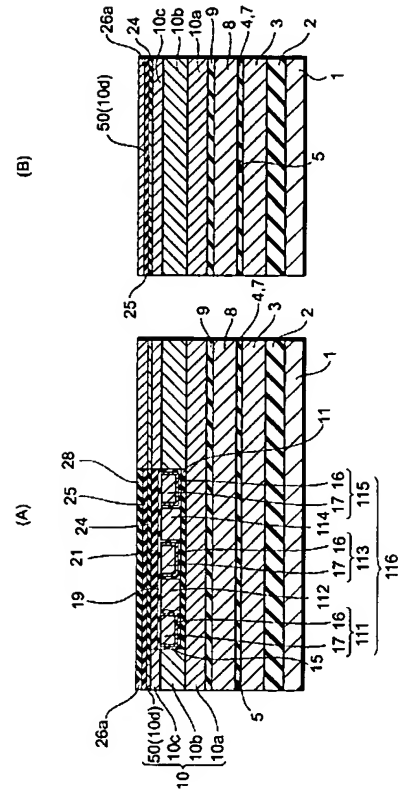
【図 8】



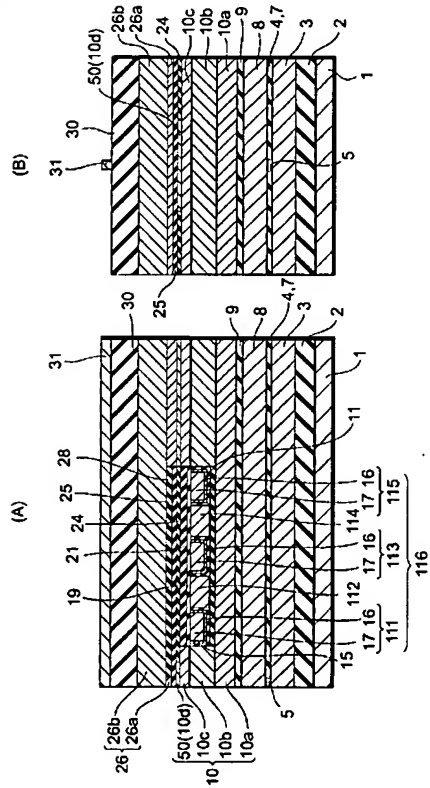
【図 9】



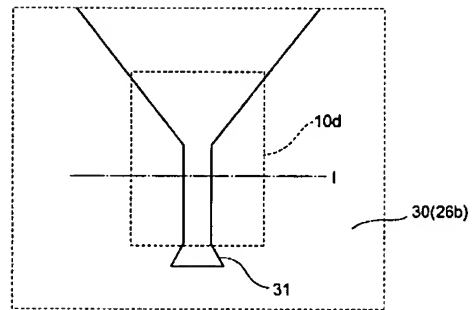
【図 10】

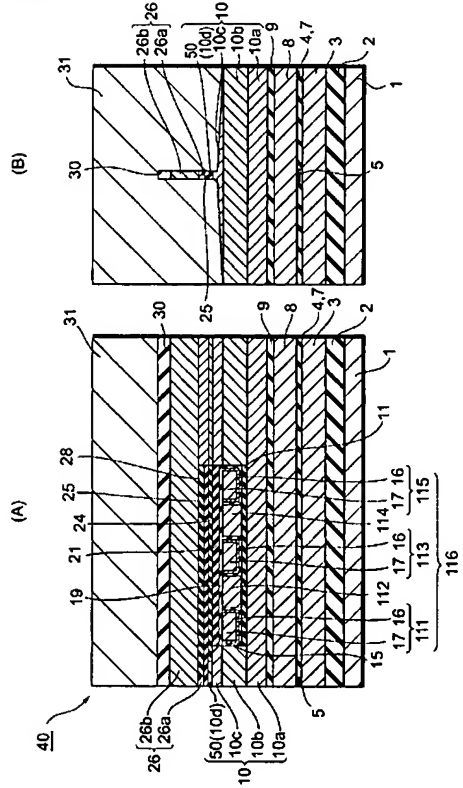
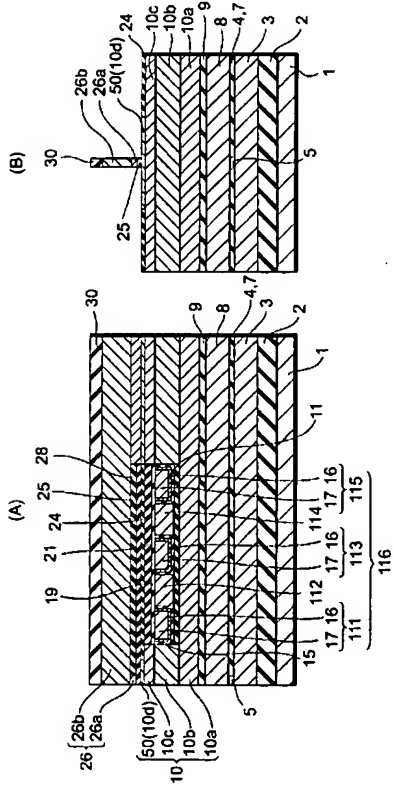


【図 11】

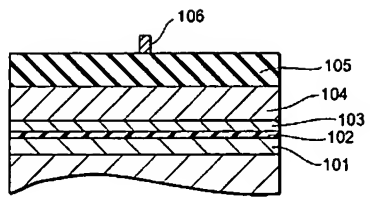


【図 12】

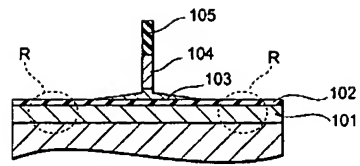




【図 17】



【図 18】



## フロントページの続き

(74)代理人 100092657

弁理士 寺崎 史朗

(74)代理人 100129296

弁理士 青木 博昭

(74)代理人 100117558

弁理士 白井 和之

(72)発明者 佐々木 芳高

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 95035, ミルピタス, サウス ヒルビュー ドライブ  
678, ヘッドウェイテクノロジーズ, インコーポレイテッド内

(72)発明者 上釜 健宏

中華人民共和国, 香港, クワイチャン, クワイファン クレセント 38-42, エスエイ  
イー タワー, エスエイイー マグネティックス (エイチ. ケイ. ) リミテッド内

(72)発明者 荒木 宏典

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 95035, ミルピタス, サウス ヒルビュー ドライブ  
678, ヘッドウェイテクノロジーズ, インコーポレイテッド内

Fターム(参考) 5D033 BA08 BA12 BB43 DA02 DA08 DA31